



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд: маг.инж. Христо Стефанов Илчев

Тема на дисертационния труд: Защита на интелигентни разпределителни електрически мрежи

Рецензент: проф. д-р Никола Петров Михайлов, ДНС-съгласно Заповед № ОЖ-5.2-80/27.07.2021г. на Ректора на Технически университет –София- проф. дн.инж. Иван Кралов и протокол №1/30.07.2021г. от заседание на научно жури.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно приложно отношение

Последните години се характеризират с важни структурни промени в електроенергетиката. Проектират се и се изграждат голям брой децентрализирани енергийни източници (ДЕИ). Тяхното присъединяване към електрическите разпределителни мрежи за средно напрежение (СН) изисква решаването на специфични проблеми, които са свързани качеството и надеждността на доставяната електрическа енергия на потребителите. В рецензираната дисертация се изучава защитата на посочения тип мрежи от пренапрежения. Маг.инж. Христо Илчев анализира режимите на работа на звездния център на източника в трифазни мрежи, разработва методики и програмно осигуряване за избор на нелинейни ограничители на атмосферни и комутационни пренапрежения в тях, доказва приложимостта на разработената методология за електрически уредби, използващи вакуумни прекъсвачи. Докторантът решава успешно тези актуални за енергетиката задачи, благодарение на неговата отлична теоретична подготовка и практически знания от работата му в Електроенергиен системен оператор ЕАД, МЕР София.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

В аналитичния обзор, маг.инж. Христо Илчев, систематизира особеностите при работа на трифазни мрежи с изолиран звезден център, звезден център, заземен съответно през дъгогасителен реактор, малко индуктивно



съпротивление, активно съпротивление и комбинирано заземен звезден център през дъгогасителен реактор и активно съпротивление. Той отделя специално внимание на техническите изисквания към заземителните елементи и специфицира режимните параметри (ток и напрежение) в нормални и аварийни условия на експлоатация на разпределителните електрически мрежи. Докторантът е запознат с резултати от изследвания на наши и чуждестранни колеги в посочената област. За това свидетелства посочената библиографска справка- 125 литературни източника, включително научни статии и доклади в престижни академични форуми, автореферати, дисертации, книги и учебни пособия. Той творчески използва тези материали, за да обоснове необходимостта от изследване върху защитата на разпределителни мрежи за СН с присъединени към тях ДЕИ.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Докторантът не структурира разработените методики по общоприетия начин-обект на изследване, програма на изследване, технически средства за измерване, информационна база от данни, алгоритми за пресмятане, програмни продукти, представяне на експериментални резултати и др. Отделните части на тези методики са описани в процеса на работа, което е приемливо за рецензента. Той много подробно анализира влиянието на различни експлоатационни фактори при избора на критериите за оптимален избор вида на заземяване на звездния център в разпределителни мрежи за СН с присъединени към тях ДЕИ. За такива критерии маг. инж. Христо Илчев доказва показателя за ефективност на режима на работа на звездния център и допълнителните разходи за изграждане на съответната заземителна инсталация. Детайлно е разгледан алгоритъма при избора на оптимален вариант за заземяване на звездния център, основан на метода за йерархичния анализ от теорията на игрите. Използвайки пълен факторен експеримент от типа 2^2 докторантът построява интерполационен модел, показващ влиянието на управляемите фактори дължина на електропроводната линия и сечение на проводника върху големината на тока през нелинейния ограничител на пренапрежение. Вземайки под внимание, че при управление високоволтови двигатели с вакуумни прекъсвачи се появяват комутационни пренапрежения докторантът анализира особеностите на тяхното появяване. Той предлага



алгоритъм за избор на нелинеен ограничител на пренапрежение в електрически уредби с вакуумни прекъсвачи. Синтезираните методики и предложените алгоритми ме убеждават, че маг. инж. Христо Илчев умело използва математически процедури за решаване на задачите и постигане на заявената цел, формулирани в постановъчната част на дисертацията.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху които се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертацията е с обем от 115 стр. Тя е оформена в 4 (четири) глави, въведение, заключение, литература и публикации по работата. Илюстрирана е с 24 (двадесет и четири) фигури и 22 (двадесет и две) таблици. Докторантът прецизно анализира режимите на работа на разпределителни електрически мрежи за СН с различни схеми на заземяване на звездния център, разглежда техните предимства и недостатъци от гледна точка условията за безопасност, експлоатационна надеждност и качество на доставяната енергия. Критичният обзор му позволява да обоснове ефективността на заземяване, ограниченията, пренапреженията и енергоемкостта на защитните устройства при различните схеми и режими на работа на звездния център и да предложи методика за неговия избор. Тя се основава на йерархичния анализ от теорията на игрите. Маг. инж. Христо Илчев предлага алгоритъм за избор на нелинейни ограничители на пренапрежения. Чрез планиране на експеримента той построява интерполационен модел за изчисляване на тока през нелинейния ограничител на пренапрежния. Отчитайки използването на високоволтови двигатели в практиката той предлага методика за избор на вакуумни прекъсвачи за тяхното управление, приложима в мрежите за СН, независимо от схемите на свързване на звездния център. Докторантът осигурява достоверност на получените научни резултати чрез професионалното използване на подходящи математически методи, специализирани програмни продукти и модерна елементна база.

5. Научни и/или научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд



Маг.инж.Христо Илчев не класифицира обявените от него приноси според общоприетата терминология. Като вземам под внимание основните резултати от дисертационното изследване приемам , че те могат да се обобщят както следва:

1.Научно-приложни приноси:

- Използване на метода на йерархичния анализ от теорията на игрите за оптимално схемно решение при заземяване на звездния център в електрически разпределителни мрежи за СН с присъединени ДЕИ;
- Разработен математически модел за определяне на тока през нелинеен ограничител на пренапрежения;

2.Приложен принос

- Алгоритъм за избор на нелинеен ограничител за пренапрежения за защита на електрически мрежи за СН, с присъединени ДЕИ, използващи вакуумни прекъсвачи .

Тези приноси имат съществено значение за развитие на науката в областта на възобновяемата енергетика.

6.Оценка за степента на личното участие на докторанта в приносите.

Докторантът представя списък с 6 (шест) научни публикации. Той има две самостоятелни работи, а останалите са в съавторство с неговия ръководител.Не е представен разпределителен протокол за участие в научната продукция на докторанта ,но няма причини да се съмнявам в личното участие на маг.инж.Христо Илчев за всеки посочен принос,за който се претендира.

7.Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Основаната част от резултатите от дисертационното изследване е докладвана на традиционния форум Национална конференция с международно участие и отпечатана в Известия на ТУ – Сливен.Една от публикациите е на английски език в Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology. Не са ми известни данни за цитирания на посочените работи.Оценявам положително публицистичната дейност на докторанта и му препоръчам участие и в други представителни научни национални и международни конференции.



8.Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социална практика.

Известна е тенденцията за развитие на възобновяемата енергетика. България планира да изгради още 2,6 GW инсталирани мощности за производство на електроенергия от възобновяеми енергийни източници , (основно фотоволтаични паркове), до 2030 г.Тази задача се изпълнява , в съответствие с целите на Европейския съюз, за преход към зелена енергия.В този смисъл получените научни резултати от изследванията на колегата са много важни, защото имат пряка връзка с безопасността, надеждността и качеството на доставяната електрическа енергия на потребителите

9.Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Оформянето на автореферата е коректно и съобразено с общоприетите изисквания за подобен документ. В него са представени основните резултати от дисертационния труд.Те са илюстрирани с достатъчен брой формули, таблици и фигури.Посочени са ясно основните приноси , за които докторантът претендира.Направено е и кратко резюме на английски език.

10.Мнения, препоръки и бележки.

Към представения за рецензиране дисертационен труд имам следните колегиални забележки:

1.Редакционни-не са отстранени някои печатни грешки (стр.21,стр.26 и др.), допусната е употребата на русизми (стр.32, стр.44 и др.), повторения на практически едни и същи текст (стр.40 и стр.94, заглавията на стр.40 и стр.62), използване на буквен код за означаване на елементи от електрически схеми на кирилица (фиг.4.1 фиг.4.2); неточна формулировка на ур.3.24 (стр.86.“...линеен модел от първи ред за два влияещи фактора”.);



2. Не са посочени съображенията при избора на стойностите на основното ниво и интервала на вариране на управляемите фактори при планиране на експеримента (т.3.4). Коректно е да се посочат и неуправляемите фактори;

3. Препоръчвам на докторанта да разработи числен пример за избор на нелинеен ограничител на пренапрежения, под формата на семинарно упражнение, което студентите да изпълняват в някоя от изучаваните дисциплини в Колежа по енергетика и електроника. Това бих оценил като методичен принос.

Препоръчвам на докторанта и да съдейства и партнира с други колеги от университетите в страната за изграждане на Национален център (мрежа) за изследвания и трансфер на технологии в областта на възобновяемите енергийни източници .

Заклучение

Рецензираният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за прилагането на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Закона за висшето образование и общоприетите процедурни правила за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в университетите. Смятам, че заявените задачи са изпълнени и е постигната обявената цел на дисертационния труд. Затова предлагам да бъде придобита образователната и научна степен „Доктор“ от маг.инж. Христо Стефанов Илчев в област на висшето образование: Технически науки, професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, докторантска програма: Електрически мрежи и системи

20.09.2021 г.
Русе

Рецензент:.....
/проф. д-р.инж.Н.П.Михайлов, DHC/



REVIEW

on a dissertation for obtaining an educational and scientific degree "Doctor"

Author of the dissertation: Eng. Hristo Stefanov Ilchev, M.Sc.

Dissertation topic: Protection of intelligent electrical distribution networks

Member of the scientific jury: Prof. Dr. Nikola Petrov Mihailov, DHC-according to Order № OZh-5.2-80 / 27.07.2021. of the Rector of the Technical University - Sofia - Prof. Ivan Kralov and protocol №1 /30.07.2021 from a meeting of the scientific jury.

1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and scientifically applied terms

Recent years have been characterized by important structural changes in the electricity sector. A large number of decentralized energy sources (DESS) have been designed and built. Their connection to the electricity distribution networks for medium voltage (MV) requires a solution of specific problems that are related to the quality and reliability of the supplied electricity to consumers. The peer-reviewed dissertation examines the protection of the said type of networks from overvoltages. Hristo Ilchev, M.Sc. analyzes the modes of operation of the star center of the source in three-phase networks, develops methods and software for selection of nonlinear limiters of atmospheric and switching voltages in them, proves the applicability of the developed methodology for electrical systems using vacuum circuit breakers. The author of the dissertation successfully identifies solutions to these current challenges for energy, thanks to his excellent theoretical training and practical experience from his work in Electricity System Operator EAD, MER Sofia.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material

In the analytical review, Hristo Ilchev, M.Sc., systematizes the peculiarities of operation of three-phase networks with isolated star center, star center, grounded respectively through arc quenching reactor, low inductive resistance, active resistance and combined grounded star center through arc quenching reactor and active resistance. He pays special attention to the technical requirements to the earthing elements and specifies the mode parameters (current and voltage) in normal and emergency conditions of operation of the distribution electrical networks. The doctoral student is familiar with the results of research of national and international colleagues in this field. This is evidenced by the bibliography – 125 literary materials including scientific publications and reports in prestigious academic forums, authorships, dissertations, books and teaching tools. He creatively uses these sources to justify the need for research on the protection of MV distribution networks with connected DESS.

3. Correspondence between the chosen research methodology and the set goal and tasks of the dissertation



The doctoral student does not structure the developed methodologies in the generally accepted way - object of research, research program, technical means of measurement, information database, calculation algorithms, software products, presentation of experimental results, etc. The discrete parts of these methodologies are described in the process at work, which is acceptable to the reviewer. He analyzes in great detail the influence of various operational factors in the selection of the criteria for optimal selection of the type of grounding of the star center in distribution networks for MV with connected DESs. For such criteria, Hristo Ilchev, M.Sc. proves the efficiency indicator of the star center operation mode and the additional costs for construction of the respective earthing installation. The algorithm when choosing the optimal grounding option of the star center was examined in detail, based on the method of hierarchical analysis from game theory. Using a complete factor experiment of type 2^2 , the doctoral student builds an interpolation model showing the influence of the controllable factors such as line length and conductor cross section on the magnitude of the current through the nonlinear surge arrester. Taking into account that when driving high-voltage motors with vacuum circuit breakers, switching overvoltages appear, the doctoral student analyzes the peculiarities of their occurrence. He offers an algorithm for selecting a non-line voltage limiter in electrical systems with vacuum circuit breakers. The synthesized methodologies and the proposed algorithms convince me that Hristo Ilchev, M.Sc. skillfully uses mathematical procedures to solve the tasks and achieve the stated goal, formulated in the decree part of the dissertation.

4. Brief analytical description of the nature and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built.

The dissertation has a volume of 115 pages. It is structured in 4 (four) chapters, introduction, conclusion, literature and publications on the work. It is illustrated with 24 (twenty-four) figures and 22 (twenty-two) tables. The doctoral student accurately analyzes the modes of operation of distribution electrical networks for MV with different grounding schemes of the star center, considers their advantages and disadvantages in terms of safety conditions, operational reliability and quality of energy supply. His critical overview allows him to justify the effectiveness of grounding, the limitations, overvoltages and energy consumption of the protective devices in the different schemes and modes of operation of the star center and to offer a methodology for its selection. It is based on the hierarchical analysis from the game theory. Hristo Ilchev, M.Sc. offers an algorithm for selecting non-linear surge limiters. By planning the experiment, he builds an interpolation model for calculating the current through the nonlinear surge arrester. Taking into account the use of high-voltage motors in practice, he proposes a methodology for selecting vacuum circuit breakers for their control, applicable in MV networks, regardless of the scheme used to connect to the star center. The doctoral student ensures the reliability of the obtained scientific results through the professional use of appropriate mathematical methods, specialized software products and modern element base.

5. Scientific and / or scientifically applied and applied contributions of the dissertation

Hristo Ilchev, M.Sc., does not classify the contributions announced by him according to the generally accepted terminology. Taking into account the main results of the dissertation research, I accept that they can be summarized as follows:

1. Scientific and applied contributions:



- Using the method of hierarchical analysis from the game theory for optimal circuit solution when grounding the star center in electrical distribution networks for MV with connected DESs;
- Developed mathematical model for determining the current through a nonlinear surge arrester;

2. Applied contribution

- Algorithm for selection of nonlinear surge arrester for protection of electrical networks for MV, with connected DESs, using vacuum circuit breakers.

These contributions are essential for the development of science in the field of renewable energy.

6. Assessment of the degree of personal participation of the doctoral student to the contributions.

The doctoral student presents a list of 6 (six) scientific publications. He has two independent works, and the others are co-authored with his supervisor. No distribution protocol has been presented for participation in the scientific production of the doctoral student, but there is no reason to doubt the personal participation of Hristo Ilchev, M.Sc. for each specified contribution for which it is claimed.

7. Evaluation of the publications on the dissertation.

The main part of the results of the dissertation research was reported at the traditional forum National Conference with international participation and published in the Bulletin of TU - Sliven. One of the publications is in English in the Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology. I do not know any data for citations of the mentioned works. I positively evaluate the journalistic activity of the doctoral student and I recommend his participation in other representative scientific national and international conferences.

8. Use of the results of the dissertation work in the scientific and social practice.

The tendency for development of renewable energy is known. Bulgaria plans to build another 2.6 GW of installed capacity for the production of electricity from renewable energy sources (mainly photovoltaic parks) by 2030. This task is being fulfilled, in accordance with the objectives of the European Union, for the transition to green energy. In this sense, the scientific results obtained from the research of the colleague are very important because they have a direct connection with the safety, reliability and quality of electricity supplied to consumers.

9. Assessment of the conformity of the abstract with the requirements for its preparation, as well as of the adequacy of reflecting the main positions and the contributions of the dissertation.

The formatting of the abstract is correct and in accordance with the generally accepted requirements for such a document. It presents the main results of the dissertation. They are illustrated with a sufficient number of formulas, tables and figures. The main contributions for which the doctoral student claims are clearly indicated. A short summary is made in English.

10. Opinions, recommendations and notes.

I have the following collegial remarks to the dissertation submitted for review:

1. Editorial - some typographical errors have not been eliminated (p. 21, p. 26, etc.), there has been use of Russisms (p. 32, p. 44, etc.), repetitions of practically the same text (p. 40 and p.94, the titles of p.40 and p.62), using a letter code to denote elements of electrical circuits in Cyrillic (Fig. 4.1 Fig.



4.2); inaccurate wording of level 3.24 (p.86. "... linear model of the first order for two influencing factors")

2. The considerations when choosing the values of the basic level and the interval of variation of the controllable factors when planning the experiment are not indicated (item 3.4). It is appropriate to indicate the uncontrollable factors as well;

3. I recommend that the doctoral student develops a numerical example for choosing a nonlinear surge arrester, in the form of a seminar exercise for students to perform in one of the disciplines studied at the College of Energy and Electronics. I would appreciate this as a methodological contribution.

I recommend that the doctoral student assists and partners with other colleagues from the universities in the country to build a National Center (network) for research and technology transfer in the field of renewable energy sources.

Conclusion

The peer-reviewed dissertation meets the requirements of the Academic Staff Development Act in the Republic of Bulgaria, the Regulations for the Implementation of the Academic Staff Development Act in the Republic of Bulgaria, the Higher Education Act and the generally accepted procedural rules for acquiring scientific degrees and holding academic positions in universities. I believe that the stated tasks have been fulfilled and the announced goal of the dissertation has been achieved. Therefore, I propose that Hristo Ilchev, M.Sc. to obtain the educational and scientific degree "Doctor" in the field of higher education area: Technical sciences, professional field: 5.2 Electrical engineering, electronics and automation, doctoral programme: Electrical networks and systems.

20.09.2021 г.

Ruse, Bulgaria

Member of scientific jury:.....

/Prof. Dr. Eng. N.P. Mihailov, DHC/